

Pegada de Carbono na Bovinocultura de Corte

Saionara da Silva

Fundação Universidade Federal do Mato Grosso do Sul
saiomat00@gmail.com

Márcia Maria dos Santos Bortolucci Espejo

Fundação Universidade Federal do Mato Grosso do Sul
marcia.bortolucci@ufms.br

Denise Barros de Azevedo

Fundação Universidade Federal do Mato Grosso do Sul
denise.azevedo@ufms.br

GT4. Mercado de créditos de carbono e a ecoeficiência das cadeias do Agronegócio.

RESUMO

Introdução

A bovinocultura de corte tem relevância no cenário mundial, por ser uma atividade que impacta significativamente na economia, apresentando sucessivos crescimentos anuais (USDA, 2021a; USDA, 2021b). Para o ano de 2023, é previsto um aumento de 1% na produção mundial de carne bovina em relação à 2022, já que os preços globais elevados da carne bovina induzem mais abates (USDA, 2023). Contribuem para esse cenário, os aumentos individuais de países como a Austrália (10%), Brasil (2%), China (3%) e Índia (2%), e a possível queda na produção dos Estados Unidos (USDA, 2023).

Esse cenário de seguidos aumentos na produção mundial de carne bovina traz consigo diversas questões, não somente econômicas, refletindo, em alguma medida, no meio ambiente. Estudos relacionam a ruminação do gado com a emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), entre eles o dióxido de carbono (CO₂) e o gás metano (CH₄). Araldi (2021) explica que a questão-chave não está somente na produção do GEE e sim no balanço que deve ser feito entre a quantidade de gases produzida e a quantidade que pode ser sequestrada pelo ambiente onde o animal está sendo manejado.

Essas questões estão diretamente relacionadas à Pegada de Carbono que mede a quantidade de GEE produzida em unidades de carbono equivalente (em toneladas) e lançada no meio ambiente (HOEKSTRA *ET AL.*, 2011).

Analisando o contexto apresentado, é fundamental um estudo para identificar a origem e a melhor estratégia a ser utilizada para mitigar as emissões de GEE. Com isso, o objetivo da pesquisa é “Analisar o desenvolvimento científico em relação à Pegada de Carbono no cenário nacional e mundial no âmbito da bovinocultura de corte”. Esta atividade foi escolhida por emitir GEE de diferentes formas, sendo uma delas a ruminação do gado. A questão norteadora que surgiu na eminência do tema, é “O que a literatura revela a respeito da Pegada de Carbono, no tocante à bovinocultura de corte?”.

Metodologia

Por meio de uma Revisão Sistemática realizada em abril de 2023, foram analisados 19 estudos oriundos de quatro base de dados (SciELO, Web of Science, Science Direct, e Spell), e dos termos de busca (“Pegada de Carbono e Bovinocultura de Corte”; e “*Carbon Footprint and Beef Cattle*”).

Vales ressaltar que, inicialmente, a busca resultou em 188 estudos, os quais passaram a 170, devido à localização dos títulos repetidos, e da realização de um comparativo entre os achados para verificar o conteúdo e atestar que se tratava do mesmo estudo. Após, foi selecionado o período de publicação como critério de restrição/exclusão, restringindo o estudo ao período de 2018 a 2023 (2023 é composto por estudos publicados entre janeiro e abril). Com esta filtragem, os documentos reduziram de 170 para 124.

Realizou-se uma análise aprofundada dos 124 estudos (leitura do título, resumo, palavras-chave, metodologia, resultados e conclusões) de modo a verificar a presença dos termos chave e excluir os documentos que não trazem a abordagem dos temas norteadores da presente pesquisa. Os documentos passaram, assim, de 124 a 19 ao final deste processo.

Resultados

Os resultados foram divididos em dois grandes grupos. O primeiro é composto por uma caracterização, enquanto o segundo aborda uma síntese dos estudos.

Assim, notou-se que todos os artigos foram publicados em inglês, entre 2018 e 2023. Os anos de maior publicação são 2020 e 2022 com 05 artigos cada (26,32%), seguido de 2019 com 4 estudos (21,50%). Os anos de 2021 e 2023 contam com 2 pesquisas cada (10,53%), enquanto que 2018 conta com 4 trabalhos (5,26%).

Os 19 estudos foram publicados em 09 periódicos diferentes. O “*Journal of Cleaner Production*” recebeu 6 artigos, enquanto o “*Anima*” acolheu 3 estudos. Já “*Agricultural Systems*”, “*Animals*”, e “*Environmental Impact Assessment Review*” abarcam 2 estudos cada. Por sua vez, os periódicos, “*Applied Animal Science*”, “*Arquivos Brasileiros de Biologia e Tecnologia*”, “*Chilean journal of agricultural & animal sciences*”, e “*Science of The Total Environment*” receberam um artigo cada.

O número de autores por artigo varia entre 1 e 9, sendo o que mais se repete é o quantitativo de 6 autores (26,33%). Após vem estudos com 4 (21,05%), 3 (15,79%) e 5 (15,79%) pesquisadores.

Estudos elaborados por 1, 7, 8 e 9 pessoas apresentam a mesma participação (5,26%) no montante dos artigos analisados. Não há trabalhos com apenas dois autores. Percebe-se 78,96% dos estudos foram elaborados em autoria conjunta variando entre 3 e 6 autores.

Em relação ao local de estudo, 15 (78,96%) pesquisas focaram apenas um local, 1 (5,26%) mais de um país e 3 (15,78%) não abordaram um local. Esses artigos classificados como “sem local” referem-se a estudos teóricos, de revisão, e/ou que estabelecem comparativos entre conceitos e entre estudos de modo geral.

Percebe-se que os países em que os pesquisadores mais concentraram suas análises foram Austrália (02 trabalhos), Brasil (02 pesquisas, uma delas estudou a Amazônia e o Cerrado, e a outra o município de São Carlos/São Paulo) e Estados Unidos (02 artigos).

Também foram realizadas pesquisas na África do Sul, Alemanha, Argentina, Colômbia, Espanha, Finlândia, Inglaterra, Itália, e Nova Zelândia, sendo realizada uma pesquisa em cada uma desses locais. Por fim, Irlanda, Espanha, Itália e França foram alvo de um estudo.

De modo geral, as palavras que mais aparecem nos 19 resumos foram emissões, carbono, sistema, pegada e carne. Outras palavras que são mencionadas, mas em menor grau, são fazenda, CO, produção, bovina e GEE.

No que se refere à síntese dos estudos, a emissão de GEE pode ser abordada de diferentes formas e com objetivos distintos; na pesquisa foi realizada a divisão em quatro abordagens: Mitigação de GEE, Avaliação do Ciclo de Vida (LCA), Dietas; e Emissões de GEE em diferentes perspectivas, com um quantitativo de 3, 8, 3, e 5 artigos em cada uma dessas categorias, respectivamente.

Estudos que focam na mitigação de GEE, apontam para estratégias e práticas, entre elas a melhoria da saúde e do bem-estar animal, e aumento da eficiência reprodutiva (LLONCH *et al.*, 2019), mudanças nas pastagens e na cobertura de novilhas acrescido da adoção de tecnologias já existentes (FAVERIN *et al.*, 2019), assim como o sequestro de carbono e de biomassa (PARRA *et al.*, 2023), como forma de mitigar a emissão desses gases.

Quanto às pesquisas que utilizaram a LCA para realizar as medições de GEE, percebe-se que as ações que tiveram efeito nas emissões de GEE foram: manejo do solo (MCAULIFFE *et al.*, 2018), carne produzida a pasto (LYNCH, 2019), diferenças no clima e nas práticas de manejo entre fazendas (ROTZ *et al.*, 2019), melhoramento genético (O'BRIEN *et al.*, 2020), inclusão do sequestro de carbono para equilibrar ou compensar as emissões (REYES-PALOMO *et al.*, 2022), redução do desperdício de alimentos melhorando a sustentabilidade ambiental de carne bovina (PUTMAN *et al.*, 2023) e substituição da carne bovina por proteína de ervilha na produção de almôndegas (SAGET *et al.*, 2021).

Em relação às dietas foi possível observar que a inserção de novos tipos de alimentos como a macroalga vermelha *Asparagopsis taxiformis* (KINLEY *et al.*, 2020; RIDOUTT *et al.*, 2022), e diferentes mudanças nas dietas de confinamento (CRAWFORD *et al.*, 2022), proporcionaram melhorias ao meio ambiente, visto que reduz e, em alguns casos, quase elimina as emissões de GEE (RIDOUTT *et al.*, 2022).

O último tema abordado refere-se às emissões de GEE vistas em diferentes perspectivas. É um grupo composto por cinco estudos que perpassam por dois grandes assuntos, a adição líquida da vaca e seus bezerros a um rebanho global estável, a qual indicou que esta adição leva à redução das emissões de GEE (Blignaut *et al.*, 2021); e como as pastagens impactam na emissão de GEE.

Nesse segundo assunto, foi identificado que: a semeadura e fertilização de pastagens tiveram pegadas de GEE mais baixas do que outras estratégias de intensificação agrícola (suplementação de grãos à base de pastagem de gado, e pecuária extensiva) (MOLOSSI *et al.*, 2020); a Pegada de Carbono da carne bovina poderia ser significativamente reduzida com a mudança para sistemas de cultivo reduzidos (GROSSI *et al.*, 2020); melhores estratégias de manejo de pastagens podem ser uma alternativa eficaz para a produção sustentável de carne, pois ajudam a mitigar os GEE e trazem outros benefícios ambientais, sociais e econômicos (OLIVEIRA *et al.*, 2020); e fazendas que utilizam vegetação seminal para pastagem, feno ou ambos apresentam emissões de GEE no nível da fazenda menores do que em fazendas alternativas (TORRES-MIRALLES *et al.*, 2022).

Além do exposto é importante destacar que, dos quatro temas abordados nos 19 estudos, dois tiveram a iminência de lacunas de pesquisa. As lacunas foram apontadas em quatro estudos que versam sobre LCA e em dois estudos que abordam emissões de GEE em diferentes perspectivas.

Com isso, McAuliffe *et al.*, (2018) indicam que estudos futuros devem investigar as implicações políticas de suas descobertas, incluindo sua aplicabilidade a análises em escala regional e nacional. Já para Lynch (2019) mais atenção deve ser dada à escolha da métrica ou à incorporação de abordagens de modelagem climática quando o assunto é avaliação da emissão de GEE. Reyes-Palomo *et al.* (2022) acreditam ser necessário mais estudos sobre sequestro de Carbono no balanço de GEE da produção de gado de corte. E Putman *et al.* (2023) apontam para a realização de mais estudos voltados à sustentabilidade da indústria de carne bovina.

Para Blignaut *et al.* (2021) muito mais esforço deve ser direcionado para melhorar a gestão do solo e do uso da terra, incluindo medidas de incentivo e compartilhamento de conhecimento, pois tem um impacto mutuamente reforçador na mitigação de emissões de GEE e no sequestro de carbono. Enquanto que, para Torres-Miralles *et al.* (2022) são necessárias melhores estimativas da biodiversidade em pastagens semi-naturais (em comparação com campos) são necessárias para avaliar de forma mais holística a contribuição única dos sistemas agrícolas HNV (fazendas de alto valor natural) dentro das avaliações gerais de impacto ambiental.

Considerações Finais

Na presente pesquisa foi possível visualizar e analisar o desenvolvimento científico em relação à Pegada de Carbono no cenário nacional e mundial no âmbito da bovinocultura de corte, e descobrir o que a literatura revela sobre o tema pesquisado, ao perceber que os 19 estudos se aproximam entre si ao abordarem quatro temas (mitigação de GEE, LCA, dietas, e Emissões de GEE em diferentes perspectivas).

O presente estudo permitiu duas contribuições. A primeira delas é de cunho teórico, ao associar dois temas tão importantes e reunir, em um só estudo, os achados de diferentes autores para com o tema analisado.

Além de incentivar a realização de mais estudos, que tragam novas descobertas em prol do meio ambiente. Já a contribuição prática do estudo está diretamente relacionada com a primeira e incide em mostrar novos insights sobre a Pegada de Carbono na Bovinocultura de Corte, explanando as ações que têm sido realizadas para mitigar a emissão de GEE, e incentivar os produtores de carne bovina de corte a implantarem as estratégias de mitigação mencionadas ao longo da pesquisa.

Palavras-chave: Pegada de Carbono; Emissão de GEE; Avaliação do Ciclo de Vida (LCA); Dietas; Bovinocultura de Corte.

Referências

ARALDI, D. Sustentabilidade na produção da carne bovina: coma carne e salve o planeta! Publicado em janeiro de 2021. Disponível em <https://revistaagrocampo.com.br/colunistas/sustentabilidade-na-producao-da-carne-bovina-coma-carne-e-salve-o-planeta/>.

BLIGNAUT, J.; MEISSNER, H.; SMITH, H.; TOIT, L. **An integrative bio-physical approach to determine the greenhouse gas emissions and carbon sinks of a cow and her offspring in a beef cattle operation**: A system dynamics approach. Agricultural Systems: Volume 195, January 2022. Disponível em <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103286>.

CRAWFORD, D.M.; HALES, K.E. SMOCK, T.M.; COLE, N.A.; SAMUELSON, K.L. **Effects of changes in finishing diets and growth technologies on animal growth performance and the carbon footprint of cattle feeding**: 1990 to 2020. Applied Animal Science: Volume 38, Issue 1, February 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.15232/aas.2021-02199>.

FAVERIN, C.; BILOTTO, F.; ROSSO, C. F.; MACHADO, C. **Productive, economic and greenhouse gases modelling of typical beef cow-calf systems in the flooding pampas.** Chilean journal of agricultural & animal sciences: vol.35 no.1 May 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.4067/S0719-38902019005000102>.

GROSSI, G.; VITALI, A.; LACETERA, N.; DANIELI, P. P.; BERNABUCCI, U.; NARDONE, A. **Carbon Footprint of Mediterranean Pasture-Based Native Beef: Effects of Agronomic Practices and Pasture Management under Different Climate Change Scenario.** Animals: 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ani10030415>

HOEKSTRA, A. Y.; CHAPAGAIN, A. K.; ALDAYA, M. M.; MEKONNEN, M. M. **Manual de Avaliação da Pegada Hídrica: Estabelecendo o Padrão Global.** Earthscan: 2011. Traduzido por Solução Supernova.

KINLEY, R. D.; MARTINEZ-FERNANDEZ, G; MATTHEWS, M. K.; NYS, R.; MAGNUSSON, M.; TOMKINS, N. **Mitigating the carbon footprint and improving productivity of ruminant livestock agriculture using a red seaweed.** Journal of Cleaner Production: volume 259, 20 June 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120836>.

LLONCH, P.; HASKELL, M.J.; DEWHURST, R.J.; TURNER, S.P. **Current available strategies to mitigate greenhouse gas emissions in livestock systems: an animal welfare perspective.** Animal: Volume 11, Issue 2, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1751731116001440>.

LYNCH, J. **Availability of disaggregated greenhouse gas emissions from beef cattle production: A systematic review.** Environmental Impact Assessment Review. Volume 76, May 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2019.02.003>.

MAZZETTO, A. M.; FALCONER, S.; LEDGARD, S. **Carbon footprint of New Zealand beef and sheep meat exported to different markets.** Environmental Impact Assessment Review: Volume 98, January 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106946>.

MCAULIFFE, G.A.; TAKAHASHI, T.; ORR, R.J.; HARRIS, P.; M.R.F. LEE. **Distributions of emissions intensity for individual beef cattle reared on pasture-based production systems.** Journal of Cleaner Production: Volume 171, 10 January 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.113>.

MOLOSSI, L.; HOSHIDE, A.K.; PEDROSA, L. M.; OLIVEIRA, A. S. ABREU, D. C. **Improve Pasture or Feed Grain? Greenhouse Gas Emissions, Profitability, and Resource Use for Nelore Beef Cattle in Brazil's Cerrado and Amazon Biomes.** Animals: 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ani10081386>

O'BRIEN, D.; HERRON, J.; ANDURAND, J.; CARÉ, S.; MARTINEZ, P.; MIGLIORATI, L.; MORO, M.; PIRLO, G.; DOLLÉ, J.B. **LIFE BEEF CARBON: a common framework for quantifying grass and corn based beef farms' carbon footprints.** *Animal*: Volume 14, Issue 4, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1751731119002519>.

OLIVEIRA, P. P. A. BERNDT, A.; PEDROSO, A. F.; ALVES, T. C.; PEZZOPANE, J. R. M.; SAKAMOTO, L. S.; HENRIQUE, F. L.; RODRIGUES, P. H. M. **Greenhouse gas balance and carbon footprint of pasture-based beef cattle production systems in the tropical region (Atlantic Forest biome).** *Animal*: Volume 14, Supplement 3, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S1751731120001822>.

PARRA, A. S.; RAMIREZ, D. Y. G.; MARTÍNEZ, E. A. **Silvopastoral Systems Ecological Strategy for Decreases C Footprint in Livestock Systems of Piedmont (Meta), Colombia.** *Arquivos Brasileiros de Biologia e Tecnologia*: 66; 2023. Disponível em <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2023220340>.

PUTMAN, B.; ROTZ, C. A.; THOMA, G. **A comprehensive environmental assessment of beef production and consumption in the United States.** *Journal of Cleaner Production*: Volume 402, 20 May 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136766>.

REYES-PALOMO, C.; AGUILERA, E.; LLORENTE, M.; DÍAZ-GAONA C.; MORENO, G.; RODRÍGUEZ-ESTÉVEZ, V. **Carbon sequestration offsets a large share of GHG emissions in dehesa cattle production.** *Journal of Cleaner Production*: Volume 358, 15 July 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131918>.

RIDOUTT, B.; LEHNERT, S. A.; DENMA, S.; CHARMLEY, E.; KINLEY, R.; DOMINIK, S. **Potential GHG emission benefits of Asparagopsis taxiformis feed supplement in Australian beef cattle feedlots.** *Journal of Cleaner Production*: Volume 337, 20 February, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130499>.

ROTZ, C. A.; ASEM-HIABLIE, S.; PLACE, S.; THOMA, G. **Environmental footprints of beef cattle production in the United States.** *Agricultural Systems*: Volume 169, February 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.11.005>.

SAGET, S.; COSTA, M.; SANTOS, C. S.; VASCONCELOS, M. W.; GIBBONS, J.; STYLES, D.; WILLIAMS, M. **Substitution of beef with pea protein reduces the environmental footprint of meat balls whilst supporting health and climate stabilisation goals.** *Journal of Cleaner Production*: Volume 297, 15 May, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126447>.

TORRES-MIRALLES, M.; SÄRKELÄ, K.; KOPPELMÄKI, K.; LAMMINEN, M.; TUOMISTO, H.L.; HERZON, I. **Contribution of High Nature Value farming systems to sustainable livestock production: A case from Finland.** *Science of The*

Total Environment: Volume 839, 15 September, 2022. Disponível em:
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156267>.

USDA, Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. **Relatório Pecuária e Aves: Mercados e Comércio Mundiais**. Julho de 2021. Disponível em
https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/73666448x/9593vs24n/4m90fs46x/livestock_poultry.pdf.

USDA, Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. **Relatório Pecuária e Aves: Mercados e Comércio Mundiais**. Outubro de 2021. Disponível em
https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/73666448x/mc87qp52p/fn107x48t/livestock_poultry.pdf.

USDA, Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Relatório Estimativas de Oferta e Demanda Agrícola Mundial (WASDE). Relatório Mensal / Abril de 2023. Disponível em: https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf.